

International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

التحليل الرقمي لبعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي طبرقاية بالجبل الأخضر- شمال شرق ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

أ: *سعد رجب حمدو لشهب د: **منصف محمد صالح المسماري أ: ***عبد المنعم موسى علي امبارك
* (محاضر بقسم الموارد والبيئة بكلية الآداب والعلوم المرج، جامعة بنغازي)
** (استاذ مشارك، بكلية الآداب قسم الجغرافيا، جامعة بنغازي)
*** (استاذ مساعد بقسم الموارد والبيئة بكلية الآداب والعلوم المرج، جامعة بنغازي)

ـ الملخص:
تناولت هذه الدراسة التحليل المورفومتري لحوض وادي طبرقاية الواقع بإقليم الجبل الأخضر شرق ليبيا، حيث اعتمدت على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM لحوض الوادي، وهدفت إلى التعرف على الخصائص الطبيعية للحوض والخصائص المورفومترية وخصائص شبكة التصريف النهري ، ومن أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة إن طول الحوض بلغ 13.59 كم ، وأقصى عرض له بلغ 7.34 كم ، أما المساحة الإجمالية للحوض بلغت 62.1972 كم²، ومحيطه 45.50 كم، كما أُستنتج من خلال تحليل البيانات المناخية أن الفائض المائي بمنطقة الحوض بلغ 732.74 ملم، أما العجز المائي فقد بلغ 26.12 ملم، حسب البيانات المناخية لمنطقة الدراسة، كما أوضحت الدراسة من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي أن شبكة التصريف في حوض وادي طبرقاية تتكون من 222 مجرى مائي، ببلغ مجموع أطوالها 120.2 كم، حيث تباينت أعداد المجاري حسب كل رتبة، فبلغت 113 مجرى للرتبة الاولى، و51 مجرى مائي للرتبة الثانية، و31 مجرى في الرتبة الثالثة و26 مجرى للرتبة الرابعة، ومجرى مائي واحد للرتبة الخامسة، كما اوضحت الدراسة أن نسبة التفلطح 0.74 مما يدل أن الحوض لا يزال في مرحلة النضج، كما تبين أن المعدل العام للتضرس بلغ 28.1 وهي نسبة عالية تدل على صغر مساحة الحوض وكثافة عملية التعرية العاملة على منحدرات الحوض.

ـ الكلمات المفتاحية: حوض، المورفومتري، نظم المعلومات الجغرافية.

Abstract:
This study dealt with the morphometric analysis of Wadi Tabarkia basin, located in the Jabal Al Akhdar region in eastern Libya, as it relied on the analysis of the digital elevation model (DEM) of the valley basin. The basin reached 13.59 km, and its maximum width was 7.34 km, while the total area of the basin was 62.1972 km², and its perimeter was 45.50 km. It was also concluded through the analysis of climatic data that the water surplus in the basin region reached 732.74 mm, while the water deficit reached 26.12 mm, according to the data. The climate for the study area, as the study showed through analyzing the digital elevation model that the drainage network in Wadi Tabarkia basin consists of 222 waterways, with a total length of 120.2 km, where the number of sewers varied according to each class, reaching 113 streams for the first order, and 51 water courses for the rank The second, 31 streams in the third order, 26 streams for the fourth order, and one water course for the fifth order, and the study also showed that the rate of flattening is 0.74, which indicates that the basin is still in the maturity stage. The general spoilage was 28.1, which is a high percentage indicating the smallness of the basin area and the intensity of the erosion process working on the basin slopes.

key words: Basin, morphometric, geographic information systems



ـ مقدمة:

يعد تحليل الخصـائص المورفومترية للأحواض المائية من المواضيع المهمة في أبحاث الجيومورفولوجيا التطبيقية الحديثة، حيث يمثل كل حوض نهري وحدة طبيعية لها خصـــائص كمية مميزة يمكن قياســـها ومقارنتها مع الأحواض الأخرى.[7] .

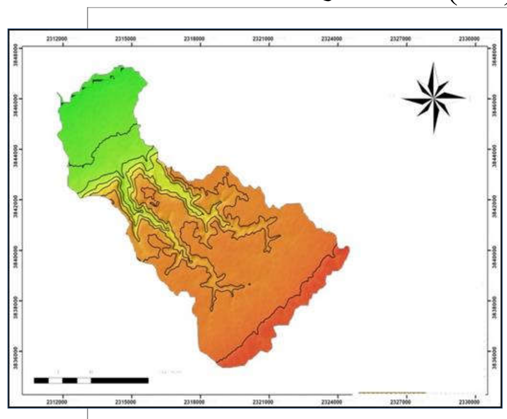
حيث ترتبط الخصـــائص المورفومترية للأحواض المائية ارتباطاً مباشـــراً بالعوامل الطبيعية أهمها المصادر المائية التي تغذي تلك الأحواض، ودراستها تعد ذات أهمية تتعلق بدلائل بيئية عديدة.

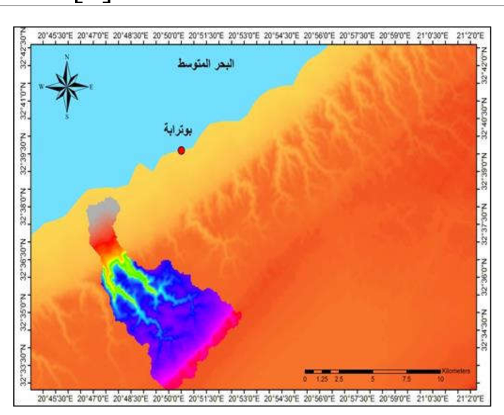
كما أن دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية ذات أهمية في تحليل الضغوط والمؤثرات على موارد المياه، وفي فهم العمليات الجيومورفولوجية بشكل عام خاصة حيث أن شبكات التصريف السطحي تعكس ظروف ما يؤثر في تشكيلها من عوامل المناخ والتضـاريس والتربة والتركيب الصـخري والغطاء النباتي.[4] .

إن دراسـة أحواض التصـريف المائي من أهم الدراسـات الجيومورفولوجية خصـوصـا في المناطق الجافة وشـــبه الجافة، وتحظى باهتمام كبير من قبل الباحثين، وبالرغم من ذلك لايزال هناك فقر في الدراســـات المتعلقة بأنظمة أحواض التصـــريف، وقد ســـهل من تلك العملية قدرة البرمجيات الحديثة على بناء قاعدة بيانات ضخمة للأحواض المائية عن طريق توظيف نظم المعلومات الجغرافية.[7] .

ـ موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض طبرقاية في إقليم الجبل الأخضـــر شـــمال شـــرق ليبيا، وهو يمتد ما بين الحافة الأولى للجبل الأخضـــر والســـهل الســـاحلي، ويقع غرب منطقة بوترابة بحوالي 3.47 كيلو متر، يحده شـــمالاً البحر المتوسط، وجنوباً سهل المرج، وشرقاً وادي تيره، وغرباً وادي العصرة وتبلغ المساحة الإجمالية لحوض وادي طبرقاية 62.1972 كيلو متر مربع، ويصل طوله يصل إلى 13.59 كيلو متر، وعرضه 7.34 كيلو متر ، أما محيطه فبلغ 45.50 كيلومتر، وفلكياً يقع بين دائرتي عرض 32.38.49 و 32.33.51شـــمالاً، وخطي طول 20.51.18 و 20.46.18 شرقاً.[1] شكل (1،2) منطقة الدراسة.





شكل (1) نطاق منطقة الدراسة   شكل (2) حوض وادي طبرقاية

ـ أهداف الدراسة:

ـ التحليل المورفومتري للحوض المبني على الاستخدام المتكامل لتقنية نظم المعلومات الجغرافية.

ـــــ تحديد المتغيرات التي تحتويها كل خاصـــية من الخصـــائص المؤثرة في المجاري المائية وأحواض التصريف.

ـ حساب قيم العوامل المورفومترية المتعلقة بالخصائص المساحية والشكلية والشبكية والتضاريسية.

ـ انتاج الخرائط الرقمية للحوض اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

ـ مصادر الدراسة:

ـ نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30 30 متر.

ـ المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاند سات8 عام 2020.
ــــ الخريطة الجيولوجية لليبيا، لوحة بنغازي الصادرة عن مركز البحوث الصناعية، بمقياس رسم 250.000:1.
ـ الخريطة الطبوغرافية الصادرة عن سلاح الجيش الأمريكي لوحة طلميثة 1945.

ـ منهجية الدراسة:

اعتمد الباحث المنهج التحليلي باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis10.5 من خلال الاعتماد على مرئية فضائية DEM Land Sat8 لمنطقة الدراسة بدقة تميزية 30 متر باستخدام برنامجي Arc Map و Global Mapper، ومن ثم استخلاص البيانات المورفومترية واستخدام اساليب التحليل الاحصائي لاستخلاص النتائج المساحية والهندسية والتضاريسية وشبكة التصريف وربط ذلك بالخصائص الهيدرولوجية للحوض.

ـ الدراسات السابقة:

ــ دراسة العلواني،(2005)، "التحليل الرياضي الجيومورفومتري لبعض الأودية الساحلية بمنطقة الجبل الأخضر" استهدفت هذه الدراسة الخصائص الجيومورفومترية لثلاث أودية ساحلية تم اختيارها في السفح الشمالي للجبل الأخضر والمتمثلة في وادي بومسافر، والذي بلغت مساحة حوضه 73.25كم² ووادي الجديد والذي كانت مساحة حوضه 56.65كم²، ووادي بالعارض فكانت مساحته أكبر من مساحة سابقيها حيث بلغت 125.2كم², أما من حيث الأبعاد فصنف حوض وادي بالعارض أولها من حيث الطول والعرض والمحيط ثم وادي بومسافر ووادي الجديد، ومن دراسة خصائص أسطح الأحواض وجد انخفاض في تضرس الأحواض بشكل عام و أثبتت قيم التكامل الهبسومتري بتقدم حوض وادي بالعارض في دورته التحاتية عن حوض وادي بومسافر وحوض وادي الجديد اللذان يعتبران في مراحل مبكرة من مراحل الدورة التحاتية. .[11] .

ــــ دراسة سليم، (2016)، "تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام_ ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية" هدفت الدراسة إلى رسم صورة رئيسية لحوض وادي كعام من خلال تحليل المتغيرات المورفومترية (المساحة، والشكل، والتضرس) اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتقنية GIS في استخراج تلك المتغيرات، بالإضافة لتطبيق المعادلات المورفومترية لتحديد الخصائص الشكلية، والخصائص المورفومترية للشبكة المائية لحوض وادي كعام. هذا التحليل يوفر قاعدة بيانات مهمة لوضع الخطط التنموية، وإدارة واستغلال الموارد الطبيعية في بيئة الأحواض المائية، والاستفادة منها في الحصاد المائي، وإقامة السدود، وفي الإنتاج الزراعي، وتوصلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام، وإنتاج خرائط رقمية.[7] .

ــــ دراسة لشهب وآخرون،(2020)،"استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي الملكة بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا"، تناولت هذه الدراسة حوض وادي الملكة الواقع بإقليم الجبل الأخضر شرق ليبيا، حيث اعتمدت هذه الدراسة على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM لحوض الوادي، وهدفت الدراسة إلى التعرف على الخصائص الطبيعية للحوض والخصائص المورفومترية، ومن أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة إن طول الحوض بلغ 9.618 كم، وأقصى عرض له بلغ 4.245 كم، أما المساحة الإجمالية للحوض بلغت 25.2358 كم²، كما أوضح تحليل نموذج الارتفاع الرقمي إن اتجاه سريان المياه السائد في الحوض هو اتجاه الغرب بنسبة 16.66%، وهو ما يتفق مع اتجاه الانحدار السائد نحو الغرب بنسبة 16.25%، كما أوضحت الدراسة أن شبكة التصريف في حوض وادي الملكة تتكون من 326 مجرى مائي، بأجمالي طول وصل إلى 78.22 كم، بإجمالي 171 مجرى للرتبة الخامسة، و60 مجرى مائي للرتبة الرابعة، و47 مجرى في كل من الرتبة الثالثة والثانية، ومجرى مائي واحد للرتبة الأولى، وبلغت نسبة استدارة الحوض 0.42 مما يدلل على ان شكل الحوض بعيد عن الشكل الدائري، وبلغت قيمة التضرس النسبي 1.27 م/كم، أما مؤشر التآكل أو التعمق الرأسي في حوض وادي الملكة 0.9 مما يدل على أن عمليات النحت الراسي عالية في هذا الحوض.[5] .

ISSN 2052-3408

ـ التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة

ـ الترسيبات النـهرية:

تتألف هذه الرواسب من طفل رملي وحصى وغرين وحصى متماسك، وتظهر هذه الرواسب في نطاق السهل الساحلي بالجزء الأدنى من الحوض في شكل شواطئ رملية يصل اتساعها نحو 350 متر، كما تظهر رواسب الغرين في مواضع متفرقة في الجزء الأعلى من الحوض.

ـ تكوين أبولونيا:

يتألف من الاحجار الجيرية النوميوليتية في أجزائه السفلية، والحجر الجيري الطحلبي في أجزائه العلوية ويغطي هذا التكوين كامل الحوض ماعدا اجزاء صغيرة في جزئه الغربي.[12] .

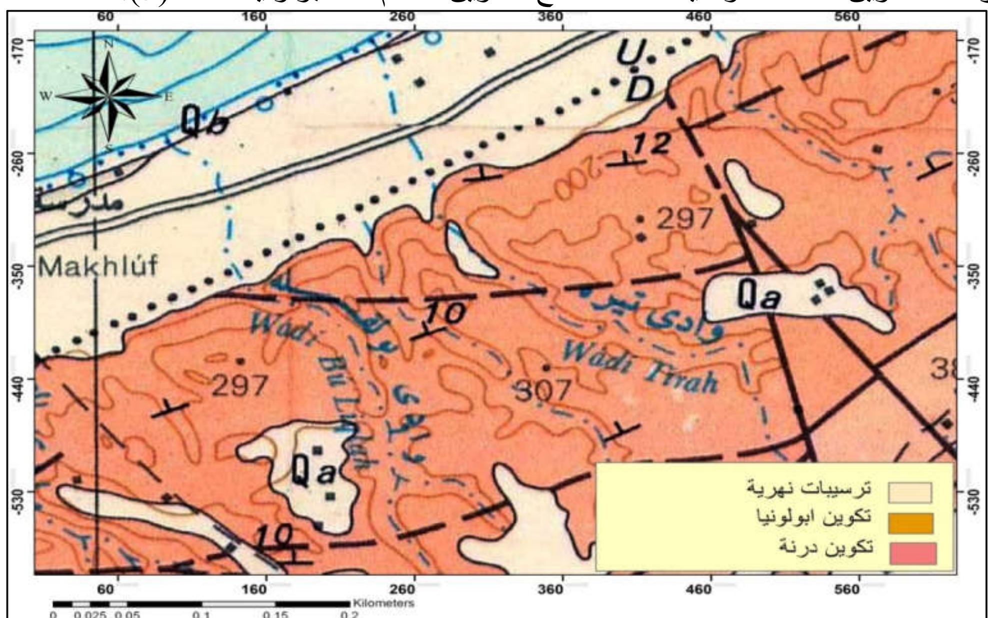
وتتكون طبقات تكوين أبولونيا من صخور جيرية جيدة التطابق لها لون فاتح ونسيج صخري دقيق في الغالب، كما تتميز طبقاتها بتواجد رقائق وكتل صوانية بنية إلي رمادية اللون وذات أحجام وأشكال مختلفة.[6]

وتغطي صخور هذا التكوين معظم الجزء الأعلى من الحوض والواقع على الحافة الأولى.

ـ تكوين درنة:

تتألف مجمل طبقاته من صخور جيرية بيضاء مصفرة لها نسيج يتراوح بين الدقيق والمتوسط وتحتوي علي حفريات مجهرية وغير مجهرية، كما تتواجد به أنواع عديدة من جبس النوميوليت التابع لرتبة المنخربات القاعية الكبيرة بكثرة، مما يجعل هذا التكوين مميزا عن باقي التكوينات الأخرى كما تتواجد به أنواع عديدة من جبس النوميوليت التابع لرتبة المنخريات القاعية الكبيرة، ويظهر في مواضع محدودة بمنطقة الدراسة في الجزء الغربي من الحوض.[12] .

ويظهر هذا التكوين ملاصقا وأحيانا متداخلا مع التكوين الأقدم منه أبولونيا، شكل (3).



المصدر: خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة البيضاء، مقياس رسم 250.000:1، شكل (3) التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة

ـ الخصائص الطبوغرافية:

ـ الارتفاع عن مستوى سطح البحر:



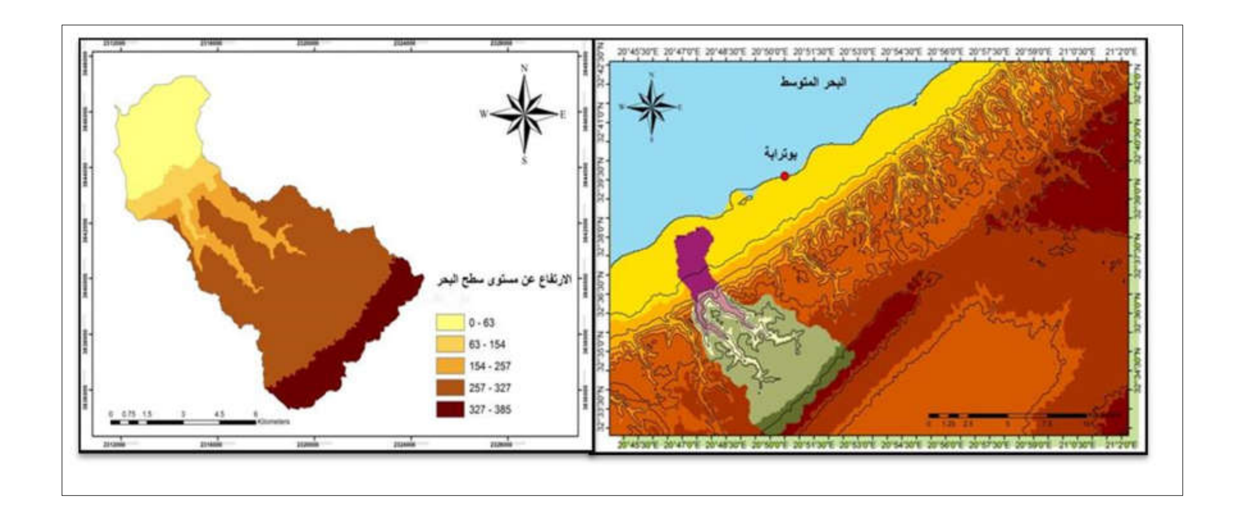
International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

جدول (1) الارتفاع عن مستوى سطح البحر

فئات الارتفاع	المساحة/ كم²	النسبة%
63 - 0	11.0226	17.53
154 - 63	3.4872	5.5
257 - 154	5.9957	9.53
327 - 257	32.6000	53.41
385 - 327	8.7317	14.03
المجموع	62.1972	%100

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

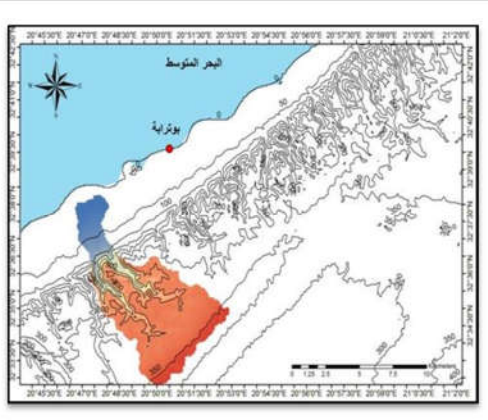
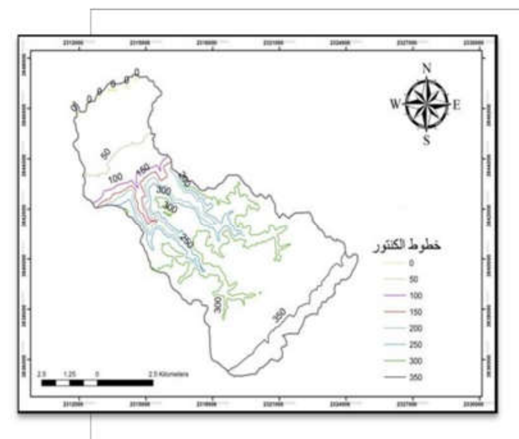
قسمت منطقة الدراسة حسب الارتفاع عن مستوى سطح البحر إلى 5 فئات، جدول (1) والشكلان (4،5) واستحوذت فئة الارتفاع (257 ـــ 327) متر فوق مستوى سطح البحر على المساحة الأكبر حيث بلغت 32.60000 كم²، وبنسبة (53.41%)، أما فئة الارتفاع (0 ـــ 63) متر، وهي الاراضي من الحوض الواقعه في السهل الساحلي شغلت مساحة قدرها 11.0226 كم²، بنسبة مئوية (17.53%).



شكل (4) ارتفاعات سطح الأرض بمنطقة الدراسة
شكل (5) ارتفاعات سطح الأرض بمنطقة الدراسة

وينحصر الحوض ما بين خطي كنتور (0 ـــ 350) متر، حيث تتقارب خطوط الكنتور في الجزء الأوسط من الحوض تقارباً شـــديداً، نتيجة للانحدارات الشـــديدة في هذا الجزء، في حين أن الجزء الأدنى من الحوض تتباعد فيه خطوط الكنتور نظراً لسـهولة السـطح ووقوع معظم أراضـي هذا الجزء من الحوض ضمن السهل الساحلي، الشكلان (6،7).


International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

شكل (6) خطوط الكنتور في نطاق منطقة الدراسة شكل (7) خطوط الكنتور في حوض وادي طبرقاية

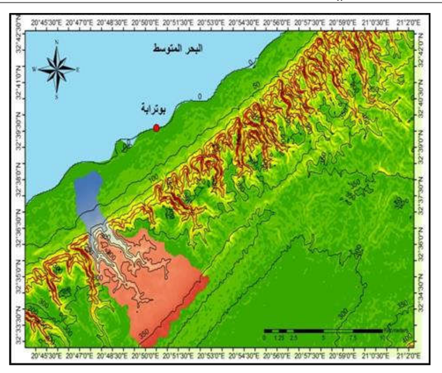
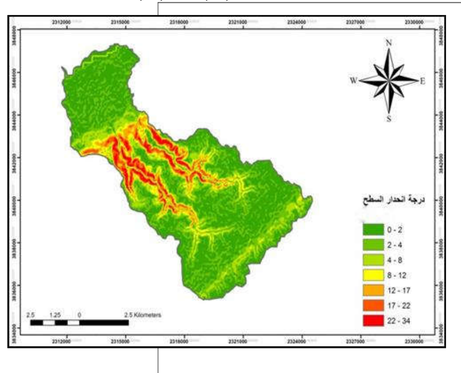
ـ فئات الانحدار لسطح الارض:

جدول (2) انحدارات سطح الأرض بمنطقة الدراسة

درجة الانحدار	المساحة/ كم²	النسبة%
2 - 0	32.208	51.84
4 - 2	13.21	21.3
8 - 4	6.1163	9.76
12 - 8	3.474	5.6
17 - 12	3.0379	4.84
22 - 17	2.4635	3.94
34 - 22	1.6875	2.72
المجموع	62.1972	%100

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

وقد قسمت منطقة الدراسة إلى سبعة فئات انحدار حسب تصنيف Young جدول (2) وأكثرها انحداراً الفئة السابعة (22 ـــ 34)، وقد شغلت أقل مساحة قدرها 1.6875 كم²، أي ما نسبته (2.72%) وتتركز هذه الانحدارات على طول مجرى الوادي والحافات المحيطه به، أما الفئة الأولى الواقعة مابين (0 ـــ 4)، وهي أقلها انحداراً لوقوعها ضمن السهل الساحلي، وهي الأوسع من حيث المساحة حيث شغلت 32.208 كم²، بنســـبة بلغت (51.84%)، من مســـاحة الحوض الكلية أما فئات الانحدار الأخرى فأنها تتباين في الانحدار والمساحة التي تشغلها من حيث توزيعها المكاني داخل الحوض، شكل (7) و(8).

شكل (7) انحدارات السطح في نطاق منطقة الدراسة شكل (8) انحدارات السطح في حوض وادي طبرقاية

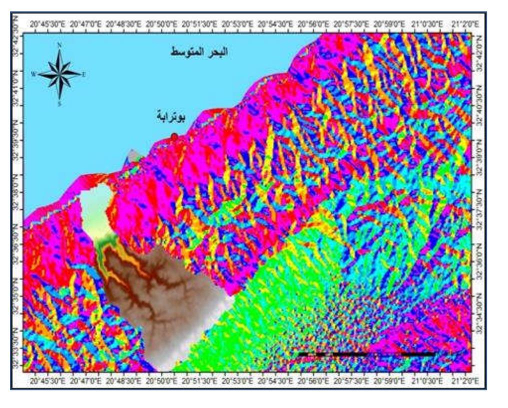
ـ اتجاه انحدار السطح بمنطقة الدراسة:

جدول (3) اتجاه الميل لسطح الارض بمنطقة الدراسة

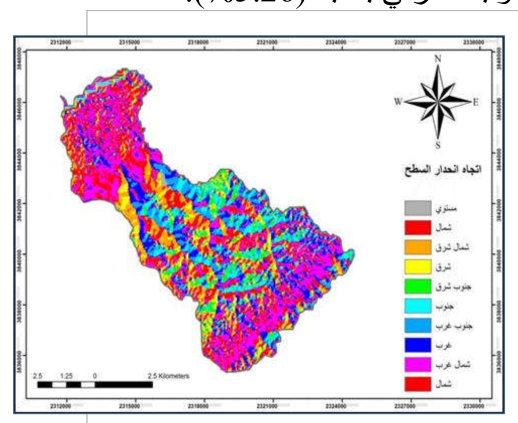
اتجاه الانحدار	المساحة/ كم^2	النسبة%
مستوي	0.4828	0.76
شمال	6.5203	10.47
شمال شرق	7.5852	12.15
شرق	4.0423	6.47
جنوب شرق	3.2876	5.26
جنوب	4.4241	7.11
جنوب غرب	5.8848	9.44
غرب	8.43	13.45
شمال غرب	15.5992	25.06
شمال	5.9409	9.83
المجموع	62.1972	%100

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

يبين الجدول (3) والشكلان (9،10) اتجاه انحدارات سطح الأرض، ومن تحليل نموذج الارتفاع الرقمي للحوض تم استخلاص اتجاهات الانحدار لسطح الأرض حيث يتضح أن اتجاه الانحدار السائد هو اتجاه الشمال الغربي بنسبة (25.06%)، وهو ما يتفق مع اتجاه الانحدار العام نحو الشمال يليه اتجاه الغرب بنسبة (13.45%)، وإن أقل الانحدارات اتجاهاً نحو الجنوب الشرقي بنسبة (5.26%).



شكل (9) اتجاه ميل السطح في نطاق منطقة الدراسة



شكل (10) اتجاه ميل السطح في حوض وادي طبرقاية

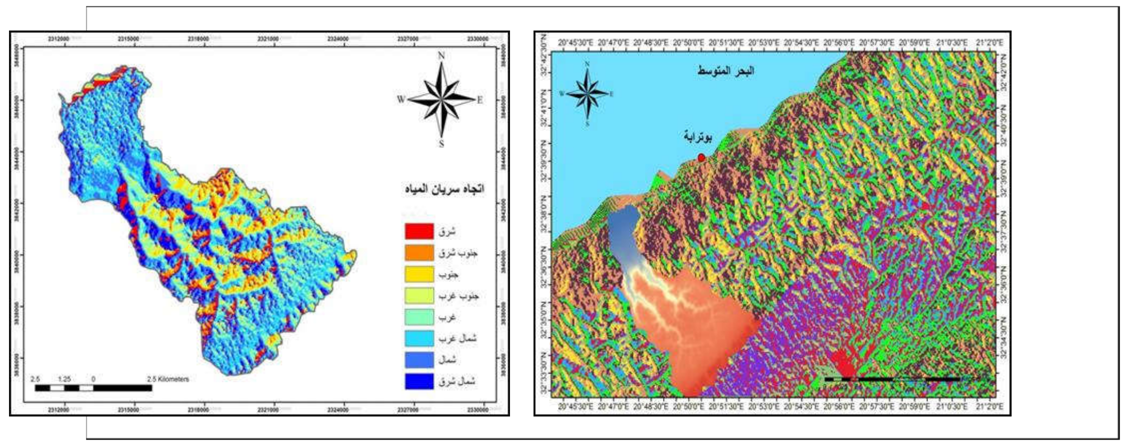
ـ اتجاه سريان المياه:

جدول (4) اتجاه سريان المياه

اتجاه سريان المياه	النسبة%	اتجاه سريان المياه	النسبة%
شرق	6.29	غرب	19.41
جنوب شرق	3.98	شمال غرب	21.24
جنوب	7.39	شمال	23.03
جنوب غرب	8.51	شمال شرق	10.15

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

يوضـــح الجدول (4)، والشـــكلان (11،12)، اتجاه ســـريان المياه داخل حوض الوادي، حيث أن اتجاه الحركة السـائد للمياه باتجاه الشـمال بنسـبة (23.03%)، نحو المصـب، وهو ما يتوافق مع اتجاه الانحدار العام، ونحو الشـــمال الغربي بنســـبة (21.24%) من مســـاحة الحوض الكلية، وفي اتجاه الغرب بنســـبة (19.41%) من إجمالي مسـاحة الحوض، وتتباين بقية النسـب حسـب التوزيع المكاني لاتجاهات سـريان المياه داخل الحوض.



شكل (11) اتجاه تدفق المياه في نطاق منطقة الدراسة

شكل (12) اتجاه تدفق المياه في حوض وادي طبرقاية

ـ الخصائص المناخية:

عمل المُناخ القديم على تشـكيل وتطور الأحواض النهرية، من خلال تأثيره في العمليات الجيومورفية، فقد أثر في معدلات التجوية والحت وتراجع المنحدرات وتغير القنوات النهرية وتطورها إلى مراتب أعلى كما كان له تأثير في عمليات التعرية والإرساب النهري. [4].

أما المناخ الحالي جدول (5)، فأن دوره قد اقتصـر على نحت وتعميق المجاري الصـغيرة من خلال عملية الجريان السطحي لمياه الأمطار التي تنساب على سطح الحوض في شكل سيول .

جدول (5) المعدلات الشهرية للخصائص المناخية لمحطة طلميثة للفترة (1985- 2018)

الشهر	مـتـوسـط الأمطار/ ملم	درجـة الحرارة العظمى	درجـة الحرارة الصغرى	الرطوبة النسبية %	ســرعـة الرياح بالعقدة	التبخر*
يناير	45.32	15.3	7.8	72.02	7.1	112.6
فبراير	43.02	16.2	8.2	%71.33	7.7	149.1
مارس	26.52	19.0	9.4	%65.84	7.5	182.5
ابريل	7.26	23.0	11.9	%57.17	7.5	267.8
مايو	6.41	27.2	15.4	%52.54	6.9	294.4
يونيو	1.34	31.1	18.9	%50.16	6.9	305.0
يوليو	0	32.2	21.3	%55.50	7.3	221.1
اغسطس	0	32.4	21.6	%58.21	7.1	220.4
سبتمبر	6.09	30.7	20.4	%57.73	6.8	224.5
اكتوبر	22.39	26.5	17.3	%61.41	6.4	222.2
نوفمبر	30.42	21.4	13.4	%66.04	6.8	169.7
ديسمبر	62.89	17.0	10.2	%72.05	7.3	127.2

المصـــدر: المركز الوطني للأرصـــاد الجوية، محطة طلميثة، بيانات غير منشـــورة، *بيانات التبخر عن محطة أرصاد بنينا.

جدول (6) الفائض والعجز المائي في حوض طبرقاية اعتمادا على بيانات محطتي طلميثة وبنينا

الشهور	التبخر*	الامطار/ملم	الفائض المائي/ملم**	العجز المائي/ ملم**
يناير	112.6	45.32	67.28	—
فبراير	149.1	43.02	106.08	—
مارس	182.5	26.52	155.98	—
ابريل	267.8	7.26	—	260.54
مايو	294.4	6.41	—	242.99
يونيو	305.0	1.34	—	303.66
يوليو	221.1	0	0	6.90
اغسطس	220.4	0	0	6.76
سبتمبر	224.5	6.09	—	0.92
اكتوبر	222.2	22.39	199.81	—
نوفمبر	169.7	30.42	139.28	—
ديسمبر	127.2	62.89	64.31	—
المجموع السنوي	2496.5	251.66	732.74	26.12

المصدر: بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، محطة ارصاد طلميثة.
*عن محطة ارصاد بنينا.
** من حساب الباحث اعتمادا على بيانات المحطات المناخية طلميثة وبنينا.

بلغ مجموع الفائض المائي 732.74 ملم، وتشكل هذه الكمية الزيادة المائية نسبة من مجموع الأمطار الساقطة، ويمثل ذلك حجم التغذية للمياه الجوفية مضافاً إليه حجم الجريان السطحي جدول (6) حيث إن الجزء الأكبر من المياه السطحية يتسرب الى باطن الارض بينما يتبخر الجزء الآخر خلال أشهر العجز المائي التي تعقب فترة الفائض المائي.

فالتساقط المطري والغطاء النباتي مع طبيعة المناخ السائد في منطقة الدراسة عوامل لها دور في عمق أو ضحولة المجاري المائية، حيث يبقى اتساع الرتب النهرية محدوداً في الوقت الذي يزداد فيه عمقها بصورة ملحوظة، ويعود ذلك الى تصاعد نشاط الحت الرأسي بالنسبة للحت الجانبي في حالة استمرار تزايد هطول الأمطار، وهذا ما نلاحظه في العديد من المراتب النهرية، وعكس ذلك في حالة تناقصه. [10].

ـ الخصائص المساحية للحوض:

تفيد دراسة الخصائص الشكلية للحوض في معرفة التطور الجيومورفولوجي والعمليات التي شكلته إلى جانب معرفة تأثير الشكل على حجم التصريف النهري مما يساهم في تحديد درجة مخاطر الفيضانات، كما تسهم في إمكانية قياس معدلات التعرية المائية، ومقدار كمية التصريف التي تصل إلى المجرى الرئيسي.[4] .

جدول (7) الخصائص المساحية للحوض

المساحة/ كم²	المحيط/ كم	الطول/ كم	العرض/ كم	اعلى نقطة/ م	ادنى نقطة/ م
62.1972 كم²	45.50 كم	13.59 كم	7.34 كم	385	2

المصدر: تحليل نموذج الارتفاع الرقمي.

ـ مساحة حوض التصريف:

تعرف مساحة حوض التصريف بأنها كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر، وتعرف بأنها المساحة الكلية الموقعة على مستوى أفقي بحيث إن الجريان على هذه المساحة يتجه كله باتجاه الجدول ذي الرتبة الأعلى والمسمى الحوض باسمه. [10].

وهي من المتغيرات المورفولوجية المهمة لتأثيرها على التصـــريف المائي للحوض، وتتباين مســـاحة الأحواض المائية؛ تبعا لتباين العوامل الطبيعية. .[10] .
وتبلغ مساحة الحوض الاجمالية 62.1972 كم².

ـ طول الحوض:

يبلغ طول المسافة بين مصب وادي وأبعد نقطة على محيطه نحو 13.59كم، وتم تحديدها بخط مستقيم من المصب إلى ابعد نقطة على محيطه.

ـ عرض الحوض:

بلغ عرض حوض وادي طبرقاية 7.34 كم، وبما أن الحوض متباين في اتســـاعه، فقد تم تحديد المنطقة الأكثر اتساعاً، وحساب المسافة بين أقصى نقطتين فيها.

ـ محيط الحوض:

بلغ محيط حوض وادي طبرقاية 45.50 كم، ويرجع صـغر المحيط إلى صـغر المساحة الحوضـية وميل المجاري المائية لتعميق مجراها على حســـاب النحت الجانبي والتراجعي واطالة المجاري، وأن الحوض مازال يقوم بدورته الحتية، ويتم تحديد الحوض بناءاً على خط تقسـيم المياه الفاصـل بينه وبين الاحواض التي تجاوره.

ـ متوسط عرض الحوض:

يبلغ متوســط عرض الحوض 4.57 كم، ويمكن الحصــول عليه من قســمة مســاحة الحوض على طول الحوض.

ـ النسيج الحوضي:

النسيج الحوضي معيار لبيان طبيعة تضرس سطح الأرض ومدى تقطعها ومؤشراً لمدى كثافة الصرف، إذ أن الأودية التي تتقارب مع بعضها وتزداد أعدادها تدل على شدة تقطع الارض وارتفاع معدلات الحت والتعرية فيها.[8] .

$$\text{النسيج الحوضي} = \frac{\text{عدد أودية الحوض}}{\text{محيط الحوض}}$$ [3].

بلغ معدل النسـيج الحوضـي 4.8 ويعد هذا النسـيج من النوع المتوسـط، إي أن حوض وادي طبرقاية ليس شديد التضرس، حيث يعد نسيج الحوض خشن إذا كان معدل النسيج اقل من (4) ومتوسط (4 ــــ 10)، وناعم إذا كان أكثر من (10).

ـ خصائص الحوض الشكلية:

ـ معامل الشكل:

معامل شكل الحوض يشير إلى مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة ، فالقيم المنخفضة تشير إلى اقتراب شـكل الحوض من الشـكل الثلاثي، وهذا ناتج من تغير في عرض الأحواض المائية من المنبع إلى المصب ، بسبب زيادة أحد بعدي الحوض على البعد الآخر.[8] .
وأشار هورتن (1932) أن قيم عامل الشكل تتراوح في أغلب الأحواض الدائية ما بين 0.1 ـــــــ 0.8، حيث تدل القيم المنخفضة له على استطالة الحوض.[5] .
ويستخرج وفق المعادلة الآتية :

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع طول الحوض كم}^2}$$ [3].

ومن خلال تطبيق المعادلة الســـابقة بلغت قيمة معامل الشـــكل لحوض وادي طبرقاية 0.33 وهي قيمة منخفضة تدل على اقتراب الحوض من الشكل المستطيل، وامتداده على حساب مساحته.

معامل التفلطح (الانبعاج):

وضع شورلي (1957) معادلة حساب هذا المتغير لتحديد مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الكمثري أو المخروطي، وترتبط قيمة هذا المتغير عكسيّا مع درجة تفلطح الحوض، حيث تدلّ القيم المرتفعة لنسبة

التفلطح على قلة تفلطحه واقترابه من الشكل المستطيل، وأن الحوض في مرحلة الشباب من دورته الحتية وعمليات التعرية المائية نشطة على طوله، في حين تدلّ القيم المخفضة لنسبة التفلطح على تفلطح الحوض واقتَّرابه من الشـكل الكمثري أو المخروطي مما يعني مَيله إلى الاسـتدارة، ويسـتخرج هذا المعامل عن طريق المعادلة التالية. .[3] .

$$\text{نسبة الانبعاج} = \frac{\text{مربع طول الحوض}}{4\times \text{مساحة الحوض}} \quad [3].$$

ويمكن اعتبار قيمة نسبة التفلطح منخفضة إذا كانت تتراوح من 0.1 ــــ 0.50، ومتوسطة من 0.51 - 1 ومرتفعة إذا كانت أكثر من 1، وفي حوض وادي طبرقاية بلغت نسبة التفلطح 0.74 وهي نسبة متوسطة تدل على أن الحوض ما بين الشكل المستطيل والكمثري وإن الحوض لا يزال في مرحلة النضج.

نسبة استدارة الحوض(نسبة تماسك المساحة) :

تشير نسبة الاستدارة إلى مدى اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وهي توضح درجة التشابه بين حدود الحوض الخارجية والدائرة باعتبارها أفضل شكل هندسي منتظم، وعلى ضوء هذه الطريقة كلما اقترب الرقم من الواحد الصحيح، كلما اقترب الحوض من الشكل الدائري. .[10] .

ولهذا المتغير أهمية كبيرة في معرفة خصـائص الشـبكة المائية في الحوض المائي، فكلما اقتَّرب شـكل الحوض من الشـكل المسـتطيل قلة أطوال المجاري المائية في الرتب الدنيا، وزاد عددها، و زاد طول المجرى الرئيسي، لذا يؤدي إلى زيادة المدة الزمنية اللازمة للتصريف، وزيادة نسبة الفاقد من الماء بسبب التبخر والتسرب، فيتضاءل خطر التعرض للفيضانات[8].

وهي تقاس على وفق الطريقة الآتية:

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها الحوض نفسه كم}^2} \quad [3].$$

ويستخرج هذا القانون من خلال استخدام المعادلة الاتية:

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\frac{22\times 4}{7}}{\text{مربع محيط الحوض}} \times \text{مساحة الحوض} \quad [3].$$

ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة تبين أن نسبة الاستدارة في حوض وادي طبرقاية بلغت 0.3 وهو بذلك يصنف من الاحواض الأكثر استطالة، وفق تصنيف Schumm1956، وهو في مرحلة الشباب من دورته الحتية، وهو بذلك يعد من الأحواض التي لا تشكل خطراً في فترات حدوث الفيضانات.

ـ الخصائص التضاريسية:

تعتبر دراسة الخصائص التضاريسية ذات أهمية كبيرة في دراسة الأحواض المائية وخصائصها المورفومترية كونها تشير إلى العديد من العمليات الجيومورفولوجية كالحت والترسيب، كما تساهم في فهم الدورة الحتية للأحواض المائية وتطور الشبكة الهيدرولوجية.[4] .

ومن أهم الخصائص التضاريسية التي تم دراستها ما يلي:

ـ نسبة التضرس:

تدل نسبة التضرس على العلاقة المتبادلة بين تضرس الحوض وطوله ويؤثر على درجة الانحدار العام وفهم الوضع الطبوغرافي له، وأثرها في تشكيل المظاهر الأرضية فضلاً عن تخمين حجم الرواسب المنقولة كماً ونوعاً، كما أن تأثيرها قد يمتد إلى مسافات بعيدة عنها .[10] .

ويستخرج معدل التضرس من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين اعلى واخفض نقطة في الحوض بالمتر}}{\text{الطول الحقيقي للحوض بالكيلومتر}} \quad [3].$$



International Journal of Environment & Water
ISSN 2052-3408

وقد تبين أن المعدل العام للتضـرس بحوض وادي طبرقاية بلغ 28.1 وهي نسـبة عالية تدل على صـغر مسـاحة الحوض وكثافة عملية التعرية العاملة على منحدرات الحوض، نتيجة لتباين الارتفاعات ما بين السهل الساحلي والحافة الأولى، وتعتبر هذه القيمة عالية بالنسبة للصخور الجيرية التي تظهر في منطقة الحوض.

ـ التضاريس النسبية:

تساعد على معرفة قيمة التضـرس النسـبي للحوض مع عدم أخذ النسيج الطبوغرافي بعين الاعتبار ويدل انخفاض قيم التضـرس على كبر المسـاحة الحوضـية, كما يدل على نشـاط عملية النحت الرأسـي، وعلى العكس من ذلك فإن الأحواض العالية في نسبة تضرسها تكون صغيرة المساحة ونشطة في عملية النحت ضمن ظروف تضرس عالية.[9] .

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض بالمتر}}{\text{محيط الحوض بالكم}}$$.[3]

بلغت قيمة التضرس النسبي في حوض وادي طبرقاية 0.6، مما يدل على نشاط عمليات النحت به.

ـ النسيج الطبوغرافي: (نسبة التقطع)

يتأثر معدل نسبة التقطع بعدة عوامل تتحكم بالجريان السطحي ومن أهمها المناخ، المكاشف الصـخرية وصـفاتها الليثولوجية، كثافة الغطاء النباتي، والمرحلة التي يمر بها الوادي، وتعد نسـبة التقطع مؤشـراً على أوضاع شبكة المجاري المائية، ودرجة تطورها التحاتي، وعلى نوعية طبوغرافية السطح.[8].

$$\text{النسيج الطبوغرافي} = \frac{\text{مجموع اعداد المجاري في حوض التصريف}}{\text{محيط حوض التصريف}}$$.[3]

وحسـب تقسـيم سـميث (1950) للأحواض النهرية حسـب النسـيج الطبوغرافي، فأن نسـبة النسـيج الطبوغرافي بحوض وادي طبرقـاية بلغت 4.8 وهو بذلك ينتمي للأحواض ذات النسـيج الطبوغرافي المتوسط جدول (10)، في حين ربطت موريساو (1985) بين معدل النسيج الحوضي وكثافة التصريف وقسمتها إلى أربعة فئات، هي الخشن والمتوسط والناعم والناعم جداً، وبذلك يندرج الحوض تحت النسيج الخشن حسب تصنيف موريساو.[10] .

جدول (10) فئات النسيج الطبوغرافي حسب سميث وموريساو

سميث		موريساو		
النسيج الطبوغرافي	وعورة السطح	كثافة التصريف	النسيج الطبوغرافي	الظروف
أقل من 4	خشن	أقل من 8 مجرى/ كم	خشن	صخور مقاومة أو منفذة + غطاء نباتي جيد
4 - 10	متوسط	من 8 -20 مجرى/ كم	متوسط	صخور منفذة+ تساقط كبير+ نبات جيد
أكثر من 10	ناعم	من 20 - 200 مجرى/ كم	ناعم	سطح غير منفذ+ تساقط شديد+ قلة نبات
		أكثر من 200 مجرى/ كم	ناعم جداً	سطح غير منفذ+ تساقط شديد صخور ضعيفة+ قلة نبات

المصدر: فيروز كامل محمد تيم، حوض وادي زقلاب الأردن دراسة جيومورفولوجية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، الجامعة الإسلامية – غزة شؤون البحث العلمي والدراسات العليا،ص77.

ـ قيمة الوعورة:

تشير قيمة الوعورة إلى مدى تضـرس الحوض، ثم مدى انحدار المجرى المائي فيه، بالاعتماد على كثافة الصرف الطولية للحوض، وارتفاع هذه القيمة يعني شدة التضرس وسيادة التعرية المائية ونقل الرواسب في المنابع العليا للأحواض إلى أسفل المنحدرات. [4]، وتستخرج قيمة الوعورة من خلال تطبيق المعادلة التالية:

قيمة الوعورة = $\frac{\text{كثافة التصريف} \times \text{الفرق بين اعلى واقل منسوب}}{\text{طول الحوض}}$ [3].

وبلغت قيمة الوعورة في حوض طبرقاية 4.3 وهي قيمة مرتفعة تدل على أن الحوض وصـل إلى مرحلة متقدمة جدا من دورته التحاتية، وبالتالي تزايد تضرس الحوض.

ـ نسبة التضرس:

وهبي الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة على طول الحوض، وهو متغير يدل على ظروف الحوض الجيولوجية والخصائص البنيوية لصخوره، حيث يعد عاملا مؤثرا في كثافة التصريف والتكرار النهري المؤثران في عملية التعرية ويستخرج من المعادلة التالية:

نسبة التضرس = $\frac{\text{الفرق بين اعلى وادنى نقطة في الحوض}}{\text{طول الحوض بالكم}}$ [3].

وقد بلغت نسبة التضرس بحوض وادي طبرقاية 8.1 م/كم، وهي نسبة تضرس عالية مما أدى إلى زيادة قيمة التصريف.

ـ التحليل المورفومتري لأنظمة التصريف:

ـ الرتب النهرية واعدادها:

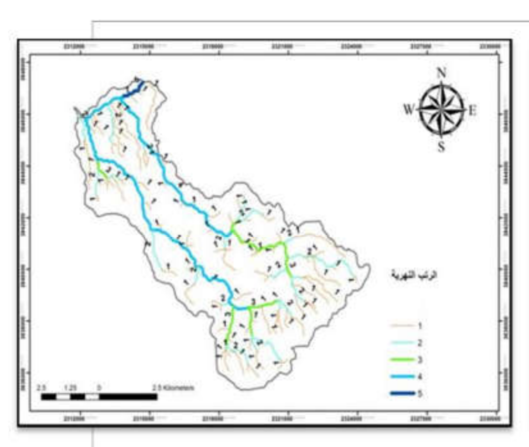
يقصـد بالرتب النهرية التدرج الرقمي لمجموع الروافد التي يتكون منها الوادي أو النهر، وقد تم اعتماد طريقة Strahler وذلك لسهولتها وبساطتها وفاعليتها في حساب الرتب، وتطلق هذه الطريقة مجاري الرتبة الأولى على المجاري التي لا يتصل بها أي مجرى سابق، وعندما يتصل مجريان من الرتبة الأولى يتكون مجرى الرتبة الثانية، وعند اتصـال مجريين من الرتبة الثانية يتكون مجرى الرتبة الثالثة، وهكذا حتى تصل إلى المجرى الرئيسي الذي يحمل صفة المرتبة العليا.[7] .

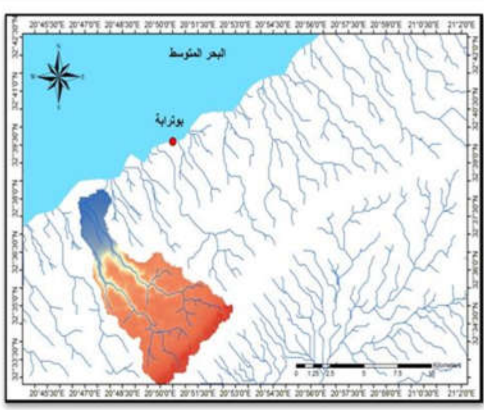
جدول (8) اعداد المجاري في الرتب المائية لحوض طبرقاية

الرتبة	عدد المجاري	الطول/ كم
الخامسة	1	2.2
الرابعة	26	17.6
الثالثة	31	11.4
الثانية	51	24.5
الأولى	113	64.7
المجموع	222	120.2

المصدر: عمل الباحث اعتماداً على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي.

بلغ مجموع المجاري المائية في الحوض إلى 222 مجرى ، وتشـمل الرتبة الأولى 113 مجرى تتسم بقصر أطوالها وكثرة عددها كما بلغ أجمالي أطوالها 64.7 كم، أما الرتبة الثانية فبلغ مجموع المجاري المائية بها إلى 51 مجرى، وبطول 24.4 كم، وبلغ مجموع اعداد مجاري الرتبة الثالثة 31 مجرى مائي، واجمالي أطوال رتبها 11.4 كم، اما الرتبة الرابعة فبلغ عدد مجاريها 26 مجرى، واجمالي أطوال مجاريها بلغ 17.6كم ، اما الرتبة الخامسة وهي الرتبة الرئيسية تتمثل بمجرى مائي واحد بطول اجمالي بلغ 2.2 كم جدول (8)، ويتضح من الشكلان (13،14) أن نمط التصريف السائد في حوض وادي طبرقاية هو النمط الشجري ويتميز هذا النمط بالتفرع غير المنتظم لرتب الأودية داخل حوض التصريف النهري.





شكل (13) شبكة التصريف النهري في نطاق منطقة الدراسة   **شكل** (14) شبكة التصريف النهري في حوض وادي طبرقاية

ـ نسبة التشعب:

تعد نسبة التشعب من الخصائص المهمة لشبكة الصرف كونها احد العوامل المتحكمة بمعدل التصريف المائي للأنهار، حيث انه كلما قلت معدل نسبة التشعب ارتفعت مؤشرات ودلالات حدوث الفيضان، ويعود سبب ذلك الى زيادة حجم الموجات المائية بعد العاصفة المطرية.[4] ، ويتم حسابه بالمعادلة التالية:

نسبة التشعب = عدد المجاري في مرتبة ما / عدد المجاري في المرتبة التي تليها .[3]

وبلغت نسبة التشعب بحوض وادي طبرقاية 2.2 وهي النسبة ما بين مجاري الرتبة الأولى ومجاري الرتبة الثانية، أي أن مجاري الرتبة الأولى تزيد عن مجاري الرتبة الثانية بضعفين.

ـ التشعب المرجح:

نظراً لوجود تفاوت في قيم معدل التشعب بين الرتب, فقد اقترح (Strahler،1952) ما يعرف بمعدل التشعب المرجح، جدول (9)، ويتم حسابه بضرب معدل التشعب لكل رتبتين في مجاري هاتين الرتبتين ثم جمع حاصل الضرب لكل رتبة وقسمته علي عدد المجاري المحسوبة. .[4] .

معدل التشعب المرجح = مجموع معدل التشعب لكل رتبتين× عدد المجاري لكل رتبتين متتاليتين بالحوض / مجموع اعداد المجاري لكل رتبتين متتاليتين بالحوض .[3]

حيث بلغ معدل التشعب المرجح للرتب النهرية بحوض وادي طبرقاية 1.28

جدول (9) معدل التشعب المرجح للرتب النهرية بحوض وادي طبرقاية

الرتب	عدد المجاري	نسبة التشعب	عدد المجاري في رتبتين متتاليتين	نسبة التشعب عدد مجاري رتبتين متتاليتين	معدل التشعب
1	113	2.2	164	360.8	
2	51	1.6	82	131.2	
3	31	1.1	57	62.7	
4	26	26	27	702	1.28 256.7÷330
5	1	–	-	–	
مج	222	30.9	330	256.7	

المصدر: من حساب الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي.

ـ الكثافة التصريفية:

وتعني مدى انتشار الشبكة النهرية وتفرعها ضمن مساحة الحوض، وتزداد الكثافة التصريفية بزيادة أطوال المجاري، وهي من المقاييس المورفومترية الهامة في الدراسة الجيومورفولوجية لأنها تعد مؤشر لمدى تعرض سطح الأرض لعمليات النحت والتقطع بواسطة المجاري المائية حيث تدل القيمة المرتفعة لكثافة التصريف على شدة تأثر الحوض بعوامل التعرية وشدة تقطع الحوض، أي أن نسيجه الطبوغرافي ناعم إذا كان أكثر من 10 بناء على تقسيم سميث.[10] .

كما تدل على زيادة أطوال وأعداد المجاري في الحوض، أما القيمة المنخفضة على العكس تماماً أي أن الحوض يكون قليل التأثر بعوامل التعرية وبالتالي قلة تقطعه، أي أن نسيجه الطبوغرافي خشن إضافة إلى قلة أعداد وأطوال المجاري في الحوض.[10] .

$$\text{الكثافة التصريفية} = \frac{\text{مجموع الطول الكلي للمجاري المائية}}{\text{مساحة حوض التصريف}}$$

ومن خلال تطبيق المعادلة تبين أن الكثافة التصريفية في حوض وادي طبرقاية بلغت 1.93 كم/ كم^2

ـ معدل بقاء المجاري:

وهو متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة (كم) من مجاري شبكة التصريف بالمياه، ويدل ارتفاعه على اتساع المساحة الحوضية على حساب المجاري المائية المحددة للطول ويتم معرفته من تطبيق المعادلة التالية .[10]

$$\text{معدل بقاء المجاري} = \frac{1}{\text{كثافة التصريف}}$$.[3]

بلغ معدل بقاء المجاري في الحوض (0.51) كم^2/ كم، وهي قيمة منخفضة، مما يعني إن كثافة تصريف الحوض منخفضة، وذلك لقلة الأمطار الساقطة عليه.

ـ الاستنتاجات:

1ـــ تعد الخصائص المورفومترية الشكلية والمساحية والتضاريسية انعكاسا لخصائص المناخ والبناء الجيولوجي في الحوض.

2 ـــ تبين من الدراسة أن حوض وادي طبرقاية مستطيل الشكل ممتد، مما يقلل من التعرض لخطر الفيضان، ويرجح ذلك إلى تفاوت مقاومة الصخور لعمليات التجوية والحت المائي.

3 ـ تنتمي شبكة المجاري المائية لحوض وادي طبرقاية إلى نمط التصريف الشجيري.

4 ـ ارتفاع قيمة شدة التصريف في الحوض، بسبب ارتفاع قيمة كثافة التصريف وقيمة التكرار النهري.

5 ـــ يندرج النسيج الطبوغرافي لحوض وادي طبرقاية للأحواض ذات النسيج الطبوغرافي المتوسط حسب تقسيم سميث 1950، ويندرج تحت الاحواض ذات النسيج الخشن حسب تصنيف موريساو 1985.

6ـــ تبين أن نسبة الاستدارة في حوض وادي طبرقاية بلغت 0.3 وهو بذلك يصنف من الاحواض الأكثر استطالة، وفق تصنيف Schumm1956، وهو في مرحلة الشباب من دورته الحتية.

ـ قائمة المصادر والمراجع:

1ـــ الخريطة الطبوغرافية لمنطقة طلميثة، سلاح الجيش الأمريكي،(1942)، SHEET6، مقياس رسم 1:100.000، واشنطن.

2 ــ المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، (1985 ـــ2018)،محطة أرصاد طلميثة، بيانات غير منشورة.

3-جودة حسين جودة , ومحمود محمد عاشور ,(1991), وسائل التحليل الجيومورفولوجي, الطبعة الاولى

4ـــ سرحان نعيم الخفاجي، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد في بادية الع ا رق الجنوبية - بادية النجف، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية / جامعة بابل نيسان / 2016 العدد26.

5ـــ سعد رجب حمدو لشهب، وآخرون، استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي الملكة بالجبل الاخضر شمال شرق ليبيا، مجلة السلام الدولية للعلوم الانسانية والتطبيقية، 2020، العدد 6.عاشور يوسف الزوكي، اهويدي عبدالسلام الريشي ، وآخرون ، دراسة جيولوجية للنطاق المحلي بنغازي، تقرير غير منشور، مكتب العمارة للاستشارات الهندسية، بنغازي،2005، ص9.

7ـــ علي مصطفى سليم, تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام_ ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية – ليبياجيوتك 2, طرابلس, ليبيا، 2016

8ـــ عمر امحمد علي عنيبة، (2018)، تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، مجلة ابحاث، كلية الآداب، جامعة سرت، العدد12

9ـــ فجرية عثمان عبد العالي حسين، التحليل المورفومتري لبعض أودية الجبل الأخضر في المنطقة الممتدة من درنة إلى سوسة (المهبول – الأثرون –بن جبارة) باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية"GIS، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة بنغازي، 2017.

10ـــ فيروز كامل محمد تيم،حوض وادي زقلاب الأردن دراسة جيومورفولوجية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، الجامعة الإسلامية – غزة شؤون البحث العلمي والدراسات العليا

11ـــ محمد عطايا العلواني، ، (2005)، "التحليل الرياضي الجيومورفومتري لبعض الأودية الساحلية بمنطقة الجبل الأخضر"، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة قاريونس.

12- مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، (1973)، لوحة البيضاء، 34 -15، 1:50.000، طرابلس، ليبيا.